

李宁 张建清 王磊. 基于水足迹法的长江中游城市群水资源利用与经济协调发展脱钩分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(11): 202–208. [LI Ning, ZHANG Jianqing, WANG Lei. Decoupling and water footprint analysis of the coordinated development between water utilization and the economy in urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River[J]. China population, resources and environment, 2017, 27(11): 202–208.]

基于水足迹法的长江中游城市群水资源利用与经济协调发展脱钩分析

李 宁 张建清 王 磊

(武汉大学中国中部发展研究院 湖北 武汉 430072)

摘要 长江中游城市群承东启西、连南接北,是长江经济带的重要组成部分。作为地区经济发展新的增长极,在长江经济带坚持生态优先、绿色发展的战略定位下,长江中游城市群更应该重视地区生态文明建设与资源环境保护,特别是水资源的可持续利用与保护。基于此,本文将长江中游城市群整体作为研究对象,利用水足迹理论与方法,通过计算该地区 2000—2015 年水足迹的构成,定量分析长江中游城市群近 16 年来水资源利用状况,并结合协调发展脱钩评价模型对水资源利用与经济增长协调关系进行评价。结果表明:①长江中游城市群近 16 年来水足迹呈现先小幅波动上涨、再稳步上涨的总体上涨趋势,农业生产用水是水足迹的主要组成部分;②水资源利用效率逐年提高,但水资源利用结构不合理,农业生产用水所占比重大,水资源基本用于本地区内部经济发展,对外交流不足;③水资源总量丰富,但水资源利用与经济增长基本处于相对脱钩的初级协调状态。基于以上研究结果,本文从“严管理、抓节水、调结构、促发展”四个方面提出了促进长江中游城市群水资源利用与经济协调发展的政策建议:积极落实严格的水资源管理制度,从源头上杜绝水资源浪费现象;重点抓好农业节水工程建设,大力推动生产生活节水;提高对外经济贸易水平,调整水资源利用与农业产品消费结构;大力促进产业协同发展,加快经济增长与水资源利用向优质协调发展状态转变。

关键词 水足迹;长江中游城市群;水资源;经济增长;脱钩分析

中图分类号 F061.5

文献标识码 A

文章编号 1002-2104(2017)11-0202-07

DOI: 10.12062/cpre.20170610

水资源是维持国家经济社会持续健康发展的重要基础资源。随着中国经济的持续高速增长,水资源的利用量也不断增加,水资源供需矛盾、用水结构不合理、水环境污染等一系列问题逐渐成为影响中国经济社会健康发展的重要因素。如何科学分析区域水资源利用状况、合理评价水资源利用与经济增长的协调关系对于解决中国当前所面临的各类水资源问题、实现水资源利用与经济的可持续发展具有重要意义,同时也吸引了众多学者对此展开广泛研究。荷兰学者 Hoekstra^[1]于 2002 年提出水足迹的概念后,与 Hung^[2]合作首次对各国的水足迹进行了核算并对全球水资源利用状况进行了整体性分析。Van 等^[3]与 Feng 等^[4]则分别对荷兰和英国的水足迹进行了量化,从而对水资源利用结构进行了定量分析。龙爱华等^[5]与王新华等^[6]分别计算了西北四省与甘肃的水足迹,马静等^[7]

则按照国家地理大区划分标准,对中国不同地理区域 1999 年水足迹进行了计算和分析。随着脱钩理论及其方法在资源环境领域的广泛利用,不少学者从新的视角对水资源利用及其与经济的关系进行了研究。吴丹^[8]通过构建脱钩时态分析模型对 1953—2010 年间中国水资源利用与经济发展脱钩态势进行了分析,潘安娥等^[9]与杨仁发^[10]等则分别对湖北和江西的水资源利用与经济协调发展状况进行了脱钩分析。从研究内容与对象来看,目前针对整个国家或某省、市等具体行政区域水资源利用状况及其与经济发展关系的研究较多,跨区域特别是与国家区域经济发展政策密切联系的研究较少。基于此,本文将长江中游城市群总体作为研究对象,利用水足迹理论与方法,定量分析长江中游城市群近 16 年来水资源利用状况,并结合协调发展脱钩评价模型科学评价水资源利用与经济

收稿日期: 2017-05-06

作者简介: 李宁, 博士生, 主要研究方向为区域经济与政策。E-mail: ln2012@whu.edu.cn。

通讯作者: 张建清, 博士, 教授, 博导, 主要研究方向为国际贸易与国际投资。E-mail: jqzhang@whu.edu.cn。

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目“国家引领背景下长江中游城市群政策动因与产业一体化研究”(批准号: 13YJC630167); 上海市人民政府决策咨询重点课题研究项目“长江中游城市群与长江上、下游协同发展研究”(批准号: 2015-A-43); 武汉大学人文社会科学青年学者学术发展计划学术团队建设计划项目“我国地域非均衡发展的格局与治理研究”(批准号: WHU2016024)。

增长之间的协调关系,为实现长江中游城市群水资源利用与经济增长可持续发展提供科学依据与决策参考。

长江中游城市群是以武汉城市圈、环长株潭城市群、环鄱阳湖城市群为主体形成的特大型城市群^[11]。随着《长江中游城市群发展规划》的批复实施,《长江经济带发展规划纲要》的正式印发,长江中游城市群迎来了重大的发展机遇。在长江经济带坚持生态优先、绿色发展的战略定位下,长江中游城市群作为地区经济发展新的增长极,在发展经济的过程中更应该重视地区生态文明建设与资源环境保护特别是水资源的可持续利用与保护。因此,本文以长江中游城市群作为研究对象,分析水资源利用状况及其与经济增长的协调,对于保护长江水资源、水环境,促进人水和谐、绿色发展,引领全国资源节约型和环境友好型社会建设具有重要意义。

1 研究模型与数据来源

1.1 水足迹计算模型

根据 Hoekstra 提出的水足迹理论,水足迹可以定义成在一定的物质条件生活标准下,生产出一定居民消费的产品和服务所必须的水资源数量^[1],它表征的是维持一定人群正常生活所需要的产品和服务中所消耗的真实水资源数量。所以,水足迹的来源包括两部分,一是在人类社会经济发展过程中所消耗的实体水资源,二是众多产品和服务所包含的水资源,也称为虚拟水。

根据水足迹的定义,水足迹的计算模型为:

$$WFP = IWFP + EWFP \quad (1)$$

$$IWFP = AWP + IWW + DWD + EWD - FW_e \quad (2)$$

$$EWFP = FW_i - FW_{re-export} \quad (3)$$

式(1)中, WFP 表示区域总体水足迹(m^3),是指研究区域所消耗的水资源总量(m^3)。 $IWFP$ 表示区域内部水足迹(m^3),是指区域内部用于生产当地居民消费的商品和服务所消耗的水资源总量; $EWFP$ 表示区域外部水足迹(m^3),是指本地所消费的那部分进口虚拟水数量。

式(2)中, AWP 表示区域内的农业生产用水量(m^3),包括农作物产品生产用水量(m^3)和动物产品生产用水量(m^3)两部分; IWW 表示区域内的工业生产用水量(m^3); DWD 表示区域内居民日常生活用水量(m^3); EWD 表示区域内生态环境用水量(m^3); FW_e 为区域出口的虚拟水量(m^3)。

式(3)中, FW_i 为区域从其它区域进口的虚拟水总量(m^3); $FW_{re-export}$ 为区域从其它区域进口再出口的虚拟水总量(m^3)。

1.2 水足迹评价指标

利用水足迹的计算结果可以从各个角度分析与评价

区域水资源情况,本文参考有关文献^[12-13],选取人均水足迹、水资源匮乏度、水资源自用率、水资源利用效率四个指标作为水足迹评价指标来定量分析评价长江中游城市群水资源利用状况。

人均水足迹(WFP_{pc})是指区域的总体水足迹(WFP)与区域人口总数(TP)的比值,描述区域平均人口对水足迹的占用情况,计算模型为:

$$WFP_{pc} = WFP/TP \quad (4)$$

水资源匮乏度(WS)是指区域的需水量与区域可利用水资源总量(RWC)的比值,衡量区域水资源的紧缺状态。比值越大,说明区域水资源越匮乏。本研究中用区域总体水足迹(WFP)表示区域需水量,因此计算模型为:

$$WS = (WFP/RWC) \times 100\% \quad (5)$$

水资源自用率(WSS)是指区域内部水足迹($IWFP$)与区域总体水足迹(WFP)的比值,表明区域总体水足迹中用于自身发展需要所消耗的水资源量的比例,计算模型为:

$$WSS = (IWFP/WFP) \times 100\% \quad (6)$$

水资源利用效率(WUE)是指区域国民生产总值(GDP)与区域总体水足迹的比值,衡量的是区域所消耗的单位水资源量所产生的经济效益,单位为元/ m^3 ,计算模型为:

$$WUE = (GDP/WFP) \quad (7)$$

1.3 水资源利用与经济协调发展脱钩评价模型

脱钩(decoupling)是指在工业发展进程中,物质能耗总量并没有随着经济增长而增加,反而减少的情况^[6]。根据脱钩理论,脱钩可分为相对脱钩和绝对脱钩两种类型,前者是指在经济增长的过程中,资源环境消耗以一种相对较低的比率增长,而后者是指在经济增长的过程中,资源环境消耗的比率减少。因此,绝对脱钩状态是资源环境利用和经济增长协调发展的理想状态,在这种状态下,以最小的资源环境消耗实现了最大化的经济增长。

本文在潘安娥^[9]等人的基础上通过构建水资源利用与经济协调发展脱钩评价模型来分析长江中游城市群地区水资源利用与经济增长协调情况,模型如下:

$$D_p = \frac{GDP_t - GDP_{t-1}}{GDP_{t-1}} - \frac{WFP_t - WFP_{t-1}}{WFP_{t-1}} \quad (8)$$

式(8)中, D_p 为水资源利用脱钩指数,用于描述经济增长与水资源利用协调情况, GDP_t 与 GDP_{t-1} 分别指第 t 期末和第 $t-1$ 期末的国民生产总值(亿元), WFP_t 与 WFP_{t-1} 分别指第 t 期末和第 $t-1$ 期末的水足迹总量(亿 m^3)。

当 $D_p > 0$ 且 $\frac{GDP_t - GDP_{t-1}}{GDP_{t-1}} > 0$, $\frac{WFP_t - WFP_{t-1}}{WFP_{t-1}} < 0$ 时,

表明经济增长与水资源利用绝对脱钩,水资源利用与经济发展处于优质协调发展状态;当 $D_p > 0$ 且 $\frac{GDP_t - GDP_{t-1}}{GDP_{t-1}} > 0$, $\frac{WFP_t - WFP_{t-1}}{WFP_{t-1}} > 0$ 时,表明经济增长与水资源利用相对脱钩,水资源利用与经济发展处于初级协调发展状态;当 $D_p \leq 0$ 时,表明经济增长与水资源利用未脱钩,水资源利用与经济发展处于不协调状态。

1.4 数据来源与处理

本文研究数据主要来自 2000—2015 年湖北、湖南、江西三省统计年鉴、水资源公报以及武汉、黄石、鄂州、黄冈、孝感、咸宁、仙桃、潜江、天门、襄阳、宜昌、荆州、荆门、长沙、株洲、湘潭、岳阳、益阳、常德、衡阳、娄底、南昌、九江、景德镇、鹰潭、新余、宜春、萍乡、上饶、抚州、吉安共计 31 个城市 2000—2015 年统计年鉴。本文将长江中游城市群所含 31 个城市作为研究对象,汇总并计算 2000—2015 年各类研究数据。其中进出口虚拟水量由各地区进出口总额乘以地区平均万元国内生产总值用水量计算,地区进出口总额单位通过中国历年人民币市场汇率由万美元换算为万元。由于统计数据缺乏限制,本研究忽略了进口再出口的虚拟水含量的计算。农业生产用水量采用“自下而上法”通过农业产品产量乘以单位产品虚拟水含量来计算。农业产品分为农作物产品和动物产品两类,其中农作物产品分为粮食、棉花、油料、甘蔗、水果、蔬菜、茶叶 7 大类,动物产品分为猪肉、牛肉、羊肉、禽肉、禽蛋、牛奶、水产品 7 大类,农作物产品和动物产品的虚拟水含量参考王新华等^[14]、Chapagian 等^[15]、马静等^[7]的研究成果,如表 1 所示。

2 结果分析

2.1 水足迹构成与评价

表 2 为 2000—2015 年长江中游城市群水足迹构成及相关指标,图 1 为长江中游城市群 2000—2015 年总体水足迹变化图。从表 2 和图 1 中可看出,长江中游城市群总体水足迹呈现先小幅波动上涨,再稳步上涨的总体上涨趋势。2000 年总体水足迹为 1 645.6 亿 m^3 ,此亦为 2000—2015 年的最低值,然后小幅波动上涨至 2007 年,达到 1 829.06 亿 m^3 。从 2007 年起,长江中游城市群总体水足迹逐年稳步上涨,直至 2015 年达到 2 562.1 亿 m^3 。具体来看,农业生产用水在总体水足迹中一直占最大比重,历年均超过 75%,从 2010 年起,比重达到 8 成以上;工业生产用水量在 2003—2012 年保持稳定增长,2013、2014 年略有回调后又在 2015 年升至历史新高,但数量不足农业生产用水的三分之一。同时,近 16 年来进出口虚拟水量在

总体水足迹中的平均比重不足 5%。这与长江中游城市群地处华中地区重要平原(江汉平原、洞庭湖平原和鄱阳湖平原)区域,地势平坦、土地肥沃、适宜耕种,区域内农业生产发达,但是工业发展相对不足,特别是对外经济贸易交流能力较弱等区域经济发展特点有很大关系。

进一步分析表 2 可以看出,长江中游城市群 2000—2015 年间人均水足迹变化趋势与总体水足迹一致,呈现先小幅波动上涨、再稳步上涨的总体上涨趋势。水资源利用效率逐年稳步增长,从 2000 年的 4.57 元/ m^3 持续攀升至 2015 年的 25.98 元/ m^3 。水资源自用率 16 年来始终维持在 99% 左右,变化幅度不超过 1%。水资源匮乏度则呈明显波动趋势,2011 年水资源匮乏度达到历史最高的 89%,2013 和 2009 年也一度达到 75% 附近,其余年份则均未超过 70%,总体上 16 年来水资源匮乏度平均值为 59%。表明长江中游城市群地区水资源总量充裕,与该地区河流湖泊密集、水资源丰富的地理特性相一致。但区域水资源利用结构不合理现象突出,每年水资源基本用于本地区内部经济发展,对外交流不足。

表 1 农作物产品和动物产品的单位产品虚拟水含量

Tab. 1 Volume of virtual water per weight of crops

and animal products / $m^3 \cdot kg^{-1}$

农作物产品	虚拟水含量	动物产品	虚拟水含量
粮食	0.880	猪肉	2.210
棉花	4.400	牛肉	12.560
油料	3.967	羊肉	5.200
甘蔗	0.270	禽肉	3.110
水果	0.820	禽蛋	3.550
蔬菜	0.110	牛奶	2.200
茶叶	13.170	水产品	5.000

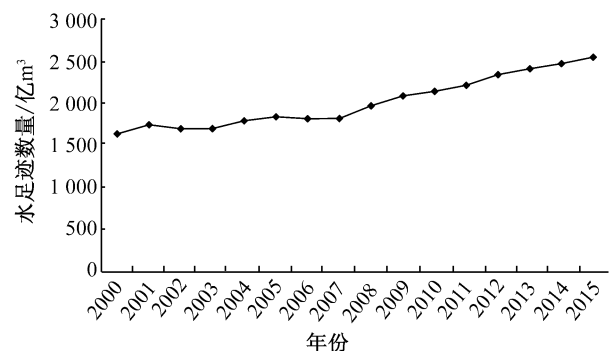


图 1 2000—2015 年长江中游城市群总体水足迹变化图

Fig. 1 Total water footprint variation of urban agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River in 2000—2015



在表 2 的基础上对农业生产用水做进一步的分析可以得到长江中游城市群 16 年来农作物产品和动物产品虚拟水量及发展趋势,如图 2 和图 3 所示。从图 2 可以看出,在农作物产品中,粮食生产消耗水资源数量最多,油料生产排名第二,且两者消耗水资源数量呈明显波动上涨趋势。与粮食和油料相比,棉花、甘蔗、水果、蔬菜和茶叶生产消耗水资源数量明显较少,其中水果、蔬菜和茶叶虚拟水量缓步增加,棉花虚拟水量近 4 年呈下降趋势,甘蔗虚拟水含量最少。从图 3 可以看出,在动物产品中,水产品虚拟水量最多,且呈快速增长趋势,这也与长江中游城市群地区河流众多、湖泊密布、渔业发达相符。猪肉虚拟水量排名第二,总体呈波动上涨趋势,禽蛋、牛肉、禽肉虚拟水含量发展趋势一致,均呈小幅缓步上涨趋势,羊肉、牛奶虚拟水含量最少。

2.2 经济增长与水资源利用协调关系

利用脱钩评价模型可以得到长江中游城市群地区 2001—2015 年水足迹变化率、GDP 变化率、脱钩指数以及相应的经济增长与水资源利用协调关系的评价结果(表 3)和 GDP—水足迹变化趋势图(图 4)。可以看出,2001—

2015 年间绝大多数年份长江中游城市群水足迹增长率都在正负 0.05 的区间内波动,而 GDP 变化率则基本保持在 0.1—0.25 区间内,表明长江中游城市群在经济增长的同时,水资源利用以一种相对较低的比率增长,两者关系符合水资源利用与经济增长脱钩协调的基本情况。15 年

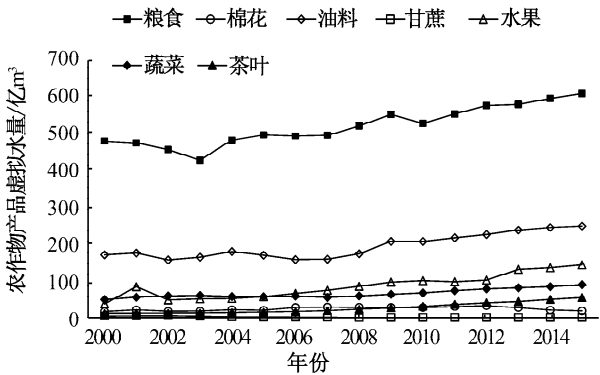


图 2 2000—2015 年长江中游城市群农作物产品虚拟水量
Fig. 2 Volume of virtual water in crops products of urban agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River in 2000—2015

表 2 2000—2015 年长江中游城市群水足迹构成及评价指标
Tab. 2 Water footprint structure and evaluation index of urban agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River in 2000—2015

年份	农业生 产用水 /亿 m ³	工业生 产用水 /亿 m ³	居民生 活用水 /亿 m ³	生态环 境用水 /亿 m ³	进口虚 拟水量 /亿 m ³	出口虚 拟水量 /亿 m ³	内部 水足迹 /亿 m ³	外部 水足迹 /亿 m ³	总体 水足迹 /亿 m ³	人均 水足迹 /m ³ /人	水资源 匮乏度 /%	水资源 自用率 /%	水资源 利用效率 /元/m ³
2000	1 278.16	311.73	67.57	1.69	14.59	28.13	1 631.02	14.59	1 645.60	1 342.64	48.71	99.11	4.57
2001	1 370.79	319.86	71.21	1.92	17.38	24.97	1 738.81	17.38	1 756.19	1 430.93	57.74	99.01	4.79
2002	1 341.68	294.84	74.52	2.06	15.80	22.31	1 690.79	15.80	1 706.59	1 381.28	36.27	99.07	5.47
2003	1 344.94	303.45	63.55	2.17	20.01	25.24	1 688.88	20.01	1 708.89	1 375.96	46.72	98.83	6.08
2004	1 436.18	306.92	61.10	3.14	24.91	29.51	1 777.83	24.91	1 802.74	1 446.70	61.93	98.62	6.78
2005	1 479.92	312.35	61.50	3.49	25.79	32.75	1 824.52	25.79	1 850.32	1 478.60	54.88	98.61	7.72
2006	1 457.99	316.77	62.11	3.54	26.62	39.58	1 800.83	26.62	1 827.45	1 449.31	56.04	98.54	9.08
2007	1 456.70	318.07	63.49	4.25	29.93	43.39	1 799.12	29.93	1 829.06	1 440.91	63.69	98.36	10.92
2008	1 585.57	340.54	66.39	4.32	32.62	47.06	1 949.77	32.62	1 982.38	1 553.81	59.97	98.35	12.61
2009	1 682.40	348.99	71.29	7.12	27.11	35.87	2 073.93	27.11	2 101.04	1 635.97	72.87	98.71	13.73
2010	1 726.76	361.46	73.76	6.12	32.64	45.17	2 122.93	32.64	2 155.56	1 684.81	46.54	98.49	16.31
2011	1 789.20	379.68	74.42	4.04	32.51	53.74	2 193.60	32.51	2 226.12	1 736.70	89.41	98.54	19.67
2012	1 903.94	390.19	79.61	4.08	24.29	48.96	2 328.86	24.29	2 353.16	1 830.41	54.97	98.97	21.37
2013	1 983.78	382.87	81.67	4.55	24.55	53.54	2 399.32	24.55	2 423.87	1 878.27	74.05	98.99	23.15
2014	2 053.24	375.68	82.80	4.59	26.14	56.88	2 459.43	26.14	2 485.57	1 920.64	66.08	98.95	24.88
2015	2 115.00	390.64	84.55	4.83	23.62	56.52	2 538.49	23.62	2 562.10	1 974.29	59.51	99.08	25.98

间 2002 年和 2006 年两者处于绝对脱钩的优质协调状态,其余年份均处于相对脱钩的初级协调状态。

进一步观察图 4 可以看出 2008 年以前,长江中游城市群地区经济增长速度呈波动上升的总体上升趋势,与之形成对比的,水足迹增长率在 2001—2007 年间则呈现波动下降趋势,两者背离趋势明显;2008 年后,长江中游城市群地区经济增长速度放缓,特别是 2011 年后,该地区的经济增长速度逐年走低,而水足迹增长率则呈现稳中有降的趋势。表明当前长江中游城市群地区应在保持水资源利用低增长速度的前提下,尽快找到新的经济增长点,提高经济增长速度,实现经济结构转型升级和经济发展提质增效。

3 结论与建议

3.1 结论

本文利用水足迹的理论与方法,对长江中游城市群 2000—2015 年水足迹进行计算,结果表明:①长江中游城

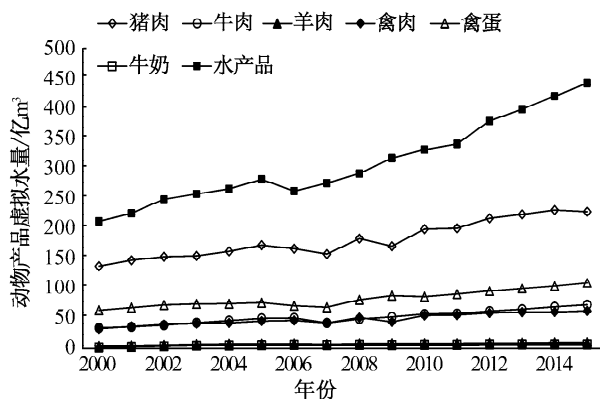


图 3 2000—2015 年长江中游城市群动物产品虚拟水量
Fig. 3 Volume of virtual water in animal products of urban agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River in 2000—2015

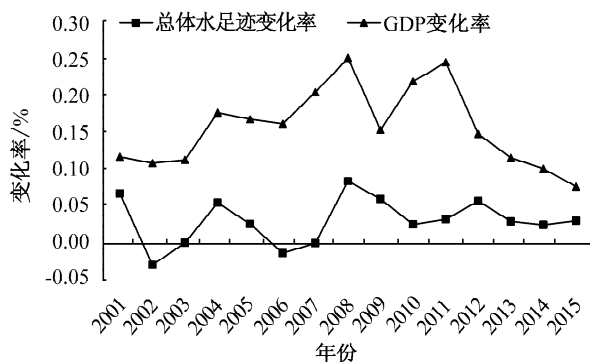


图 4 2001—2015 年长江中游城市群 GDP—水足迹变化图
Fig. 4 GDP—water footprint variation of urban agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River in 2001—2015

市群近 16 年来水足迹呈现先小幅波动上涨,再稳步上涨的总体上涨趋势,农业生产用水是水足迹的主要组成部分。②长江中游城市群地区虽然水资源利用效率逐年提高,但水资源利用结构不合理,农业生产用水所占比重过大,水资源基本用于本地区内部经济发展,对外交流不足。③长江中游城市群虽然水资源总量丰富,但水资源利用与经济增长基本处于相对脱钩的初级协调状态。长江中游城市群存在着农业生产用水所占比重过大,水资源对外交流不足、利用结构不合理等问题,水资源利用与地区经济增长脱钩强度不够,长期处于相对脱钩的初级协调状态。

3.2 建议

为切实解决长江中游城市群在水资源利用中存在的问题,促进水资源利用与经济可持续协调发展,特提出以下建议:

3.2.1 积极落实严格的水资源管理制度,从源头上杜绝水资源浪费现象

长江中游城市群河流众多、湖泊密布,水资源丰富,拥有巨大的发展潜力。因此,在发展经济的过程中更应该珍惜与保护这一得天独厚的资源优势,制定并执行严格的水资源管理制度,从源头上杜绝水资源浪费现象。在水资源

表 3 2001—2015 年长江中游城市群经济增长与水资源利用协调关系

Tab. 3 Coordinated relationship between water resources utilization and the economic growth in the urban agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River in 2001—2015

年份	水足迹 变化率/%	GDP 变化率/%	脱钩指数 D_p	评价结果
2001	0.067 2	0.117 6	0.050 4	相对脱钩,初级协调
2002	-0.028 2	0.109 3	0.137 6	绝对脱钩,优质协调
2003	0.001 3	0.113 6	0.112 3	相对脱钩,初级协调
2004	0.054 9	0.176 6	0.121 7	相对脱钩,初级协调
2005	0.026 4	0.167 9	0.141 5	相对脱钩,初级协调
2006	-0.012 4	0.162 0	0.174 3	绝对脱钩,优质协调
2007	0.000 9	0.204 0	0.203 1	相对脱钩,初级协调
2008	0.083 8	0.251 2	0.167 4	相对脱钩,初级协调
2009	0.059 9	0.153 7	0.093 8	相对脱钩,初级协调
2010	0.026 0	0.219 2	0.193 2	相对脱钩,初级协调
2011	0.032 7	0.245 3	0.212 6	相对脱钩,初级协调
2012	0.057 1	0.148 1	0.091 0	相对脱钩,初级协调
2013	0.030 1	0.116 3	0.086 2	相对脱钩,初级协调
2014	0.025 5	0.101 6	0.076 2	相对脱钩,初级协调
2015	0.030 8	0.076 4	0.045 6	相对脱钩,初级协调

利用过程中应建立起水资源使用论证制度、节水评估制度、环境影响评价制度、浪费污染惩罚制度、监督年审制度为一体的综合性水资源利用管理制度,使水资源的开发与利用步入科学化、制度化的轨道,从源头上杜绝水资源浪费现象。

3.2.2 重点抓好农业节水工程建设,大力推动生产生活节水

农业生产用水是长江中游城市群水资源利用的绝对重点。加强农业节水工程建设,推动区域生产生活节水,对于提升长江中游城市群水资源利用效率与质量有重要意义。应改造灌区落后灌排工程,续建配套节水工程,减少农业灌溉输配水损失,加强节水灌溉工程建设;同时,应开展田间节水灌溉示范指导,大力推广喷灌、微灌等新型高效节水技术以及小畦、短沟等旱作灌水技术,加强新型节水农业技能培训,不断提升农民节水意识。在此基础上,加快城市生产生活用水线路的升级改造,减少在输送、分配环节的水资源损失。宣传和引导居民安装符合国家标准的节水型用水产品。

3.2.3 提高对外经济贸易水平,调整水资源利用与农业产品消费结构

提高区域对外经济贸易水平,加强和优化虚拟水的贸易结构,加大农产品的进口力度,调整产业结构。同时,改善本地居民日常生活消费结构,鼓励蔬菜和水果这类虚拟水含量相对较低的农作物产品的生产与消费,减少农业用水在水资源利用中所占比重,减轻区域内农业生产用水的供应压力。

3.2.4 大力促进产业协同发展,加快经济增长与水资源利用向优质协调发展状态转变

长江中游城市群在近几年整体经济增长速度不断走低的背景下,应该加快产业转型升级速度,逐步淘汰落后过剩产能,充分发挥比较优势,进一步加大科技创新力度,不断提升产业和产品竞争力。通过分工协作,大力促进产业协同发展,开发区域新的经济增长点,提高经济增长速度,促进经济增长与水资源利用向绝对脱钩优质协调状态转变。

(编辑:刘照胜)

参考文献(References)

- [1]HOEKSTRA A Y. Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade (No. 12) [C]. IHE Delft, 2003: 13-23.
- [2]HOEKSTRA A Y, HUNG P. Globalization of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade [J]. Global environmental change, 2005, 15(1): 45-56.
- [3]VAN O, MEKONNEN M M, HOEKSTRA A Y. The external water footprint of the Netherlands: geographically-explicit quantification and

- impact assessment [J]. Ecological economics, 2009, 69(1): 82-92.
- [4]FENG K, HUBACEK K, MINX J, et al. Spatially explicit analysis of water footprints in the UK [J]. Water, 2011, 3(1): 47-63.
- [5]龙爱华,徐中民,张志强. 西北四省(区)2000年的水资源足迹[J]. 冰川冻土, 2003, 25(6): 692-700. [LONG Aihua, XU Zhongmin, ZHANG Zhiqiang. Estimate and analysis of water footprint in northwest China, 2000 [J]. Journal of glaciology and geocryology, 2003, 25(6): 692-700.]
- [6]王新华,徐中民,李应海. 甘肃省2003年的水足迹评价[J]. 自然资源学报, 2005, 20(6): 909-915. [WANG Xinhua, XU Zhongmin, LI Yinghai. A rough estimate of water footprint of Gansu Province in 2003 [J]. Journal of natural resources, 2005, 20(6): 909-915.]
- [7]马静,汪党献,来海亮,等. 中国区域水足迹的估算[J]. 资源科学, 2005, 27(5): 96-100. [MA Jing, WANG Dangxian, LAI Hailiang, et al. Water footprint: an application in water resources research [J]. Resources science, 2005, 27(5): 96-100.]
- [8]吴丹. 中国经济发展与水资源利用脱钩态势评价与展望[J]. 自然资源学报, 2014, 29(1): 46-54. [WU Dan. Evaluation and prospect on the decoupling trend of economic development and water resource utilization in China [J]. Journal of natural resources, 2014, 29(1): 46-54.]
- [9]潘安娥,陈丽. 湖北省水资源利用与经济协调发展脱钩分析——基于水足迹视角[J]. 资源科学, 2014, 36(2): 328-333. [PAN Ane, CHEN Li. Decoupling and water footprint analysis of coordinated development between water utilization and the economy in Hubei [J]. Resources science, 2014, 36(2): 328-333.]
- [10]杨仁发,汪涛武. 江西省水资源利用与经济协调发展脱钩分析——基于虚拟水的视角[J]. 科技管理研究, 2015(20): 96-111. [YANG Renfa, WANG Taowu. Decoupling relationship analysis of the coordinated development between water utilization and economy growth in Jiangxi based on virtual water theory [J]. Science and technology management research, 2015(20): 96-111.]
- [11]中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于印发《长江中游城市群发展规划》的通知[R/OL]. 2015-04-13. http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201504/t20150416_688229.html. [NDRC. The notice about the development plan of the urban agglomeration in the middle reaches of Yangtze River [R/OL]. 2015-04-13. http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/201504/t20150416_688229.html.]
- [12]连素兰,何东进,纪志荣. 福建省水足迹时空分布的统计研究[J]. 统计与决策, 2016(16): 100-103. [LIAN Sulan, HE Dongjin, JI Zhirong. Statistical research of time and space distribution of water footprint in Fujian Province [J]. Statistics and decision, 2016(16): 100-103.]
- [13]耿涌,戚瑞,张攀. 基于水足迹的流域生态标准模型研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(6): 11-16. [GENG Yong,]

- QI Rui , ZHANG Pan. A water footprint based model on river basin eco-compensation [J]. China population , resources and environment , 2009 , 19(6) : 11 – 16.]
- [14]王新华 徐中民 龙爱华. 中国 2000 年水足迹的初步计算分析 [J]. 冰川冻土 , 2005 , 27(5) : 774 – 780. [WANG Xinhua , XU Zhongmin , LONG Aihua. Estimation of water footprint of China in 2000 [J]. Journal of glaciology and geocryology , 2005 , 27(5) : 774 – 780.]
- [15]CHAPAGAIN A , HOEKSTRA A. The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands [J]. Ecological economics , 2007 , 64(1) : 109 – 118.

Decoupling and water footprint analysis of the coordinated development between water utilization and the economy in urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River

LI Ning ZHANG Jian-qing WANG Lei

(Institute for the Development of Central China , Wuhan University , Wuhan Hubei 430072 , China)

Abstract Connecting the east and west , the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River is an important component of the Yangtze River Economic Belt. As a new growth pole for regional economic development , the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River should pay more attention to ecological civilization construction and resource environment protection especially to the sustainable utilization of water resources and protection under the strategic positioning of ecological priority and green development in the Yangtze River Economic Belt. Based on this , making the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River as the research object on the whole , the paper used the water footprint theory and method to analyze water resources utilization of the middle reaches of the Yangtze River in nearly 16 years by calculating the composition of the region in 2000 to 2015 and evaluated the coordinated relationship between water resources utilization and the economic growth in the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River by using the decoupling evaluation model of coordinated development. The results shows: ①In nearly 16 years , the water footprint increased with small-scope fluctuations firstly , and rose steadily in the end which had a ascend trend on the whole. Agricultural production consumption was the main component of the water footprint. ②Although the utilization efficiency of water resources increased year by year , the structure of the water resources utilization was not reasonable and the proportion of water consumption for agricultural production was too large. Water resources were mainly used for internal economic development in this region , lack of external exchanges. ③Although the total water resources are abundant , the relationship between water resources utilization and the economic growth was in a relative decoupling state of primary coordination. Based on the above research results , we put forward policy suggestions that from the aspects of strict management , emphasis on water saving , structural adjustment and promoting the development , we can promote the coordinated development between water resources utilization and economic growth in the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River. First , implement the strict water management system to avoid water waste from the origin. Second , focus on the construction of agricultural water-saving project and promote water-saving in production and daily life. Third , improve the level of foreign economic trade and adjust the structure of water resource utilization and agricultural product consumption. In the end , promote the coordinated development of industry and establish the coordinated relationship between water resources utilization and the economic growth.

Key words water footprint; the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River; water resources; economic growth; decoupling analysis